

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-036465

(43)Date of publication of application : 09.02.2001

(51)Int.Cl.

H04B 7/26
H04J 13/00

(21)Application number : 11-204331

(71)Applicant : HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC

(22)Date of filing : 19.07.1999

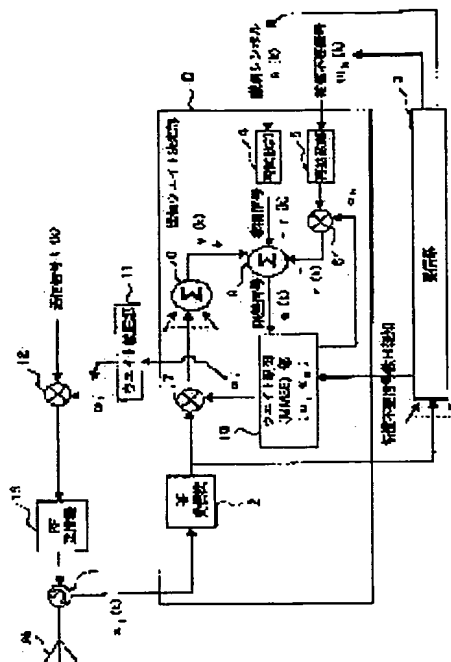
(72)Inventor : KITAHARA MINAKO

(54) CDMA BASE STATION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce interference provided to a mobile station unit that is susceptible to interference with respect to a CDMA base station device that receives a spread signal from the mobile station unit by a plurality of antennas, controls the entire directivity of the antennas by giving a transmission weight to each antenna and transmits the spread signal to the mobile station unit being a transmission opposite party with transmission power corresponding to the mobile station unit.

SOLUTION: For example, reference signal detection means 3, 4 detect a signal received from a transmission opposite party corresponding to transmission power in excess of a threshold value as a reference signal, compensation needless signal detection means 3, 5 detect a signal received from other mobile station units corresponding to transmission power that is transmission power corresponding to the transmission opposite party or over as a compensation needless signal, and transmission means D, 11-13 conduct transmission by using a transmission weight on the basis of a reception weight where a reception level of signals other than the reference signal and the compensation needless signal is decreased and the reception level of the reference signal is increased.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-36465

(P2001-36465A)

(43)公開日 平成13年2月9日(2001.2.9)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 4 B 7/26

1 0 2

H 0 4 B 7/26

1 0 2

5 K 0 2 2

H 0 4 J 13/00

H 0 4 J 13/00

A

5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 18 頁)

(21)出願番号

特願平11-204331

(22)出願日

平成11年7月19日(1999.7.19)

(71)出願人 000001122

株式会社日立国際電気

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72)発明者 北原 美奈子

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際

電気株式会社内

(74)代理人 100098132

弁理士 守山 辰雄

Fターム(参考) 5K022 EE02 EE21 EE31

5K067 AA03 CC00 CC10 EED2 EE10

EE22 GG00 GG01 GG09 HH21

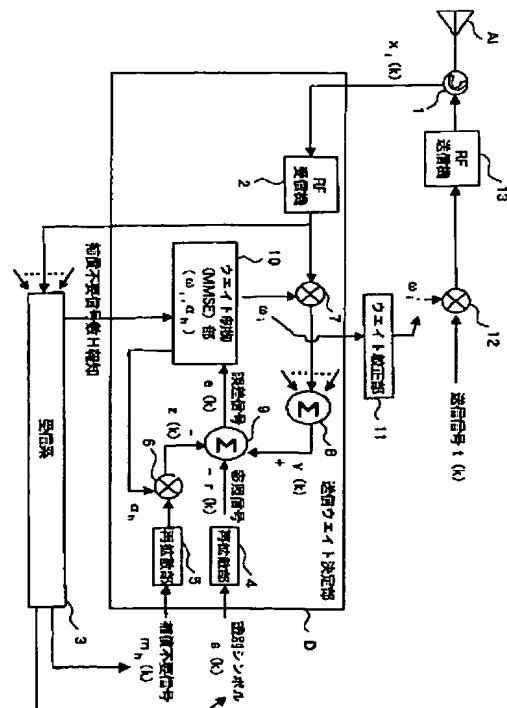
HH22 KK02 KK03

(54)【発明の名称】 CDMA基地局装置

(57)【要約】

【課題】 移動局装置からの拡散信号を複数のアンテナで受信し、各アンテナに送信ウエイトをもたせてアンテナ全体の指向性を制御して送信相手となる移動局装置に対する拡散信号を当該移動局装置に対応した送信電力で送信するCDMA基地局装置で、干渉に弱い移動局装置に与える干渉を従来と比べて低減させる。

【解決手段】 例えば参照信号検出手段3、4が閾値以上の送信電力に対応した送信相手からの受信信号を参照信号として検出し、補償不要信号検出手段3、5が送信相手に対応した送信電力以上の送信電力に対応した他の移動局装置からの受信信号を補償不要信号として検出し、送信手段D、11~13が参照信号と補償不要信号以外の信号の受信レベルが小さくなるとともに参照信号の受信レベルが大きくなるような受信ウエイトに基づいた送信ウエイトを用いて送信を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動局装置から送信される拡散信号を複数のアンテナを用いて受信する一方、これら複数のアンテナのそれぞれに送信ウエイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての指向性を制御して、送信相手となる移動局装置に対する拡散信号を当該移動局装置に対応した送信電力で送信するCDMA基地局装置において、

所定の閾値以上の送信電力に対応した送信相手となる移動局装置から受信した信号を参照信号として検出する参照信号検出手段と、

送信相手となる移動局装置に対応した送信電力以上の送信電力に対応した他の移動局装置から受信した信号を補償不要信号として検出する補償不要信号検出手段と、
検出された参照信号と検出された補償不要信号以外の信号を他の信号として、当該他の信号の受信レベルが小さくなるとともに当該参照信号の受信レベルが大きくなるような各アンテナの受信ウエイトに基づいた送信ウエイトを算出し、算出した送信ウエイトを用いて送信相手となる移動局装置に対する拡散信号を送信する送信手段と、

を備えたことを特徴とするCDMA基地局装置。

【請求項2】 移動局装置から送信される拡散信号を複数のアンテナを用いて受信する一方、これら複数のアンテナのそれぞれに送信ウエイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての指向性を制御して、送信相手となる移動局装置に対する拡散信号を当該移動局装置に対応した送信電力で送信するCDMA基地局装置において、

所定の閾値未満の送信電力に対応した送信相手となる移動局装置から受信した信号を参照信号として検出する参照信号検出手段と、

送信相手となる移動局装置に対応した送信電力と比べて大きな送信電力に対応した他の移動局装置から受信した信号を補償不要信号として検出する補償不要信号検出手段と、

検出された参照信号と検出された補償不要信号以外の信号を他の信号として、当該他の信号の受信レベルが小さくなるとともに当該参照信号の受信レベルが大きくなるような各アンテナの受信ウエイトに基づいた送信ウエイトを算出し、算出した送信ウエイトを用いて送信相手となる移動局装置に対する拡散信号を送信する送信手段と、

を備えたことを特徴とするCDMA基地局装置。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載のCDMA基地局装置において、

送信相手となる移動局装置から送信される拡散信号が複数の経路を介して受信されるマルチパス環境の通信で用いられ、

参照信号検出手段は送信相手となる移動局装置から複数

の経路を介して受信される信号の中で受信電力が最大となる信号を参照信号として検出し、

補償不要信号検出手段は送信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される信号の中で参照信号として検出された信号以外の信号を補償不要信号に含めて検出することを特徴とするCDMA基地局装置。

【請求項4】 請求項3に記載のCDMA基地局装置において、

前記マルチパス環境は受信相手となる移動局装置から送信される拡散信号も複数の経路を介して受信される環境であり、

受信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される信号の中で受信電力が最大となる信号を受信参照信号として検出する受信参照信号検出手段と、

検出された受信参照信号以外の受信信号を他の信号として、当該他の信号の受信レベルが小さくなるとともに当該受信参照信号の受信レベルが大きくなるような各アンテナの受信ウエイトを算出し、算出した受信ウエイトを用いて受信相手となる移動局装置からの拡散信号を受信する受信手段と、

を備えたことを特徴とするCDMA基地局装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数のアンテナ全体としての指向性を制御して送信相手となる移動局装置に対する拡散信号を当該移動局装置に対応した送信電力で送信するCDMA基地局装置に関し、特に、比較的干渉に弱い移動局装置に与える干渉を従来と比べて低減させる送信指向性を実現するCDMA基地局装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えばIMT-2000標準化に向けた無線伝送方式としてDS-SS-SS方式が盛んに検討等されている。DS-SS-SS方式を採用する無線通信システムでは、例えば各移動局装置毎に異なる拡散符号が割り当てられる。そして、CDMA基地局装置では、特定の移動局装置に割り当てられた拡散符号を用いて受信信号を逆拡散することで当該移動局装置に対応した信号を受信信号から分離することができるとともに、特定の移動局装置に割り当てられた拡散符号を用いて拡散した信号（拡散信号）を送信することで当該移動局装置に対して当該信号を送信することができる。

【0003】 上記のようなDS-SS-SS方式を採用した無線通信システムでは、上記した拡散符号を用いることで、複数の移動局装置によって同一の周波数帯を共用することが可能である。しかしながら、上記のような無線通信システムでは、複数の移動局装置によって同一の周波数帯が共用されることから、或る移動局装置により通信される拡散信号にとって他の移動局装置により通信される拡散信号が干渉信号となってしまう。このため、

例えばDS-CDMA方式を用いてマルチレートサービスを行うような場合に、CDMA基地局装置にアダプティブアレイアンテナを備えて干渉除去を行うことが検討等されており、これについて以下で説明する。

【0004】なお、DS-CDMA方式の特長である上記したマルチレートサービスとは複数の通信速度を利用することが可能なサービスのことであり、このサービスでは、例えば従前と同様な音声通信を行うことができるとともに、高速な通信速度を利用することにより高速性が要求されるデータや画像データ等の通信に対応することができる。また、上記したアダプティブアレイアンテナとは、複数のアンテナから構成されてこれらアンテナ全体としての指向性を制御することができるアンテナのことであり、具体的には、それぞれのアンテナに受信ウエイトや送信ウエイトをもたせることにより受信時の指向性（受信指向性）や送信時の指向性（送信指向性）を制御することができるものである。

【0005】上記したマルチレートサービスでは、一般に、通信速度が高いほど通信される信号の電力レベルが大きい。このため、例えば通信速度が比較的高い信号（高速ユーザ信号）と通信速度が比較的低い信号（低速ユーザ信号）とが複数の移動局装置から同時に送信されるような場合には、高速ユーザ信号が低速ユーザ信号に対して大きな干渉を与えてしまう。このような問題を解消するため、上記のようにCDMA基地局装置にアダプティブアレイアンテナを備えて受信時の干渉除去を行うことが検討等されており、この検討例が例えば「IEICE Trans. Fundamentals, vol.E80-A, no.12, pp.2445-2454, Dec.1997. S.Tanaka, M.Sawahashi, and F.Adachi」や「IEEE VTC99-Conf.Rec., vol.1, pp.243-248, May.1999. S.Tanaka, A.Harada, M.Sawahashi, and F.Adachi」に開示されている。

【0006】ここで、具体的には、上記のようなCDMA基地局装置による受信時の干渉除去では、アダプティブアレイアンテナの受信ウエイトを制御することにより、大きな電力レベルの受信干渉信号を優先的に低減させるような受信指向性を実現する。例えば、受信を希望する信号以外の干渉信号として上記した高速ユーザ信号と上記した低速ユーザ信号とが存在する場合には、比較的大きな電力レベルの干渉信号となる高速ユーザ信号が優先的に低減され、これにより、受信特性を向上させている。

【0007】一方、上記した移動局装置からCDMA基地局装置への上り通信（上りリンク）ばかりでなく、CDMA基地局装置から移動局装置への下り通信（下りリンク）についても、CDMA基地局装置によりアダプティブアレイアンテナの送信ウエイトを制御して送信特性を向上させることが検討等され始めており、この検討例が例えば「信学技報, RCS99-18, May.1999. 原田, 田中, 佐和橋, 安達」に開示されている。

【0008】具体的には、上記したような受信時の干渉除去を行ったときに得られた受信ウエイトに基づいた送信ウエイトを用いてアダプティブアレイアンテナの送信指向性を制御するCDMA基地局装置が検討等されている。ここで、受信ウエイトに基づいた送信ウエイトとは当該受信ウエイトに所定の較正処理を施すことにより得られるウエイトのことであり、所定の較正処理とはCDMA基地局装置に備えられたRF（無線）受信機の複素振幅特性とRF送信機の複素振幅特性とが各アンテナ毎に異なっていることの影響を取り除く処理のことであり。

【0009】しかしながら、上記のような仕方では受信に用いた受信ウエイトに基づいた送信ウエイトを用いて送信指向性を制御する場合には、低速ユーザ信号（すなわち、電力レベルが比較的小さい信号）を通信する移動局装置（低速ユーザ）に比べて高速ユーザ信号（すなわち、電力レベルが比較的大きな信号）を通信する移動局装置（高速ユーザ）に与える干渉を低減させることが優先されてしまうため、高速ユーザに比べて干渉に弱い低速ユーザの受信特性が大きく劣化してしまうといった不具合があった。

【0010】すなわち、実際には下りリンクにおいては低速ユーザが存在する方向（低速ユーザ方向）のアンテナ利得を優先的に低下させるようにアダプティブアレイアンテナの送信指向性を制御する必要があるところ、従来では上記のように例えば高速ユーザ信号のマルチパス方向のアンテナ利得を低下させるためにアダプティブアレイアンテナの自由度が優先的に用いられてしまっていたため、低速ユーザに与える干渉を低減させることが非常に困難であった。特に、例えばアダプティブアレイアンテナの自由度と比べて低速ユーザや高速ユーザが多数存在する場合には、このような不具合が顕著であった。

【0011】ところで、上記のようなCDMA基地局装置によりアダプティブアレイアンテナの受信指向性を決定する仕方としては、例えばMMSE（Minimum Mean Square Errors：最小平均二乗誤差）制御を用いることで、受信を希望する信号（受信希望信号）以外の信号の受信電力レベルが最小となるような受信ウエイトを決定して採用することが検討等されている。ここで、例えば受信希望信号が複数の経路を介してCDMA基地局装置に到来するマルチパス環境で通信が行われる場合には、これら複数の経路を介してCDMA基地局装置により受信されるマルチパス信号の中で最も先に受信された信号（先行波）を参照信号として選択し、当該参照信号以外の信号の受信電力レベルが最小となるような受信ウエイトを決定して採用することが考えられている。

【0012】しかしながら、このように先行波を参照信号として選択する場合には、例えば複数の経路を介して受信される受信希望信号の中で必ずしも先行波が最も電力ロスの小さな経路を介してCDMA基地局装置に到来

したものであるとは限らないため、採用される受信ウェイトが最良のものではない場合が生じてしまっていた。

【0013】具体例として、例えば「IEEE Trans. Information Theory, vol.IT-32, no.2, pp.195-219, Mar.1986. J.W.Modestino and V.M.Eyuboglu」や「信学技報, A・P97-146, Nov.1997. 府川和彦」には受信用のアダプティブアレイアンテナ装置が記載されているが、この装置では、参照信号として選択するマルチパス波の位置(時刻)を予め固定しているため、常に最良の受信ウェイトを採用するといったことは実現されていなかった。

【0014】また、以上では、CDMA基地局装置から移動局装置に対して送信する信号の送信電力が通信速度毎に異なっている場合を示したが、例えばCDMA基地局装置が移動局装置との離隔距離に応じて送信電力制御を行うような場合においても上記と同様な不具合が生じてしまい、これについて以下で説明する。

【0015】例えば送信電力制御を行うCDMA基地局装置では、送信相手となる移動局装置との離隔距離が大きいほど大きな送信電力で信号を送信することが行われ、これにより、当該離隔距離の大きさにかかわらずに全ての移動局装置が等しい電力レベルでCDMA基地局装置からの信号を受信することを確保する。また、移動局装置によっても同様な送信電力制御が行われる場合には、CDMA基地局装置が各移動局装置からの信号を等しい電力レベルで受信することも確保される。

【0016】ここで、例えばCDMA基地局装置が各移動局装置から受信する信号の電力レベルが等しい場合に、CDMA基地局装置が上記のような仕方で受信に用いた受信ウェイトに基づいた送信ウェイトを用いてアダプティブアレイアンテナの送信指向性を制御することとすると、この送信指向性の制御では、例えばいずれかの移動局装置に与える干渉を優先的に低減させるためにアダプティブアレイアンテナの自由度を優先的に用いるといったことは行われない。

【0017】しかしながら、CDMA基地局装置との離隔距離が比較的大きな移動局装置(遠距離ユーザ)と比べてCDMA基地局装置との離隔距離が比較的小きな移動局装置(近距離ユーザ)の方が、CDMA基地局装置から他の移動局装置に対して送信される信号によって受けてしまう干渉の影響が大きいと、上記のような送信指向性の制御では、近距離ユーザの受信特性が大きく劣化してしまうといった不具合があった。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】上記従来例で示したように、従来において検討等されているCDMA基地局装置では、大きな電力レベルの受信干渉信号を優先的に低減させるような受信ウェイトに基づいた送信ウェイトを用いてアダプティブアレイアンテナの送信指向性が制御されていたため、比較的干渉に弱い移動局装置(例えば、上記した低速ユーザや近距離ユーザ)に与えてしま

う干渉が大きくなってしまい、当該移動局装置の受信特性が大きく劣化してしまうといった不具合があった。

【0019】また、従来において検討等されているCDMA基地局装置では、例えばマルチパス環境において上記したようなMMSE制御を行うに際して、先行波が参照信号として選択されてしまったため、最良のウェイトを決定することができない場合が生じてしまうといった不具合があった。

【0020】本発明は、このような従来の課題を解決するためになされたもので、移動局装置から送信される拡散信号を複数のアンテナを用いて受信する一方、これら複数のアンテナのそれぞれに送信ウェイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての指向性を制御して、送信相手となる移動局装置に対する拡散信号を当該移動局装置に対応した送信電力で送信するに際して、比較的干渉に弱い移動局装置に与える干渉を優先的に低減させることができるCDMA基地局装置を提供することを目的とする。

【0021】また、本発明は、例えば送信相手となる移動局装置から送信される拡散信号が複数の経路を介して受信されるマルチパス環境の通信で用いられる場合に、上記したMMSE制御のような制御を用いて送信指向性を制御するに際して、常に最良の参照信号を選択して最良の送信ウェイトを採用することができるCDMA基地局装置を提供することを目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係るCDMA基地局装置では、移動局装置から送信される拡散信号を複数のアンテナを用いて受信する一方、これら複数のアンテナのそれぞれに送信ウェイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての指向性を制御して、送信相手となる移動局装置に対する拡散信号を当該移動局装置に対応した送信電力で送信するに際して、次のようにして決定した送信ウェイトを用いて当該拡散信号を送信する。なお、ここでは、送信相手となる移動局装置に対応した送信電力が所定の閾値以上である場合、すなわち、送信相手となる移動局装置に対応した送信電力と同じ大きさの送信電力に対応した移動局装置が比較的干渉に強い場合を述べる。

【0023】すなわち、参照信号検出手段が所定の閾値以上の送信電力に対応した送信相手となる移動局装置から受信した信号を参照信号として検出し、補償不要信号検出手段が送信相手となる移動局装置に対応した送信電力以上の送信電力に対応した他の移動局装置から受信した信号を補償不要信号として検出し、送信手段が検出された参照信号と検出された補償不要信号以外の信号を他の信号として、当該他の信号の受信レベルが小さくなるとともに当該参照信号の受信レベルが大きくなるような各アンテナの受信ウェイトに基づいた送信ウェイトを算出し、算出した送信ウェイトを用いて送信相手となる移

動局装置に対する拡散信号を送信する。

【0024】従って、上記のような送信ウェイトを用いることにより、送信相手となる移動局装置に対しては大きな電力レベルで信号を送信することができるとともに送信相手となる移動局装置に対応した送信電力と比べて小さな送信電力に対応した移動局装置に対しては小さな電力レベルで当該信号を送信することができるため、比較的小さな送信電力に対応した移動局装置、すなわち、比較的干渉に弱い移動局装置に与える干渉を優先的に小さくすることができる。

【0025】ここで、各アンテナの送信ウェイトとは、例えば送信対象となる同一の拡散信号を各アンテナから送信するに際して各アンテナ毎に当該信号に施される振幅や位相の調整値のことである。なお、送信ウェイトとしては、必ずしも振幅と位相の両方を調整するものが用いられなくともよく、例えば振幅のみを調整するものや、或いは、位相のみを調整するものが用いられてもよい。CDMA基地局装置では、このような送信ウェイトを複数のアンテナのそれぞれにもたせることにより、これら複数のアンテナ全体として当該送信ウェイトに応じた送信指向性を実現することができる。

【0026】また、上記した送信ウェイトを算出する仕方としては、例えば本発明に言う受信ウェイトを算出することなく当該送信ウェイトを直接的に算出する仕方が用いられてもよく、また、例えば本発明に言う受信ウェイトを算出した後に、算出した受信ウェイトに基づいて当該送信ウェイトを算出する仕方が用いられてもよい。

【0027】なお、本発明に言う受信ウェイトを算出した後に当該受信ウェイトに基づいて上記した送信ウェイトを算出する仕方が用いられる場合には、当該受信ウェイトとしては、例えば上記した送信ウェイトと同様に、上記のような調整値を用いることができる。また、本発明に言う受信ウェイトは上記した送信ウェイトを算出するための概念であるため、本発明に言う受信ウェイトにかかわらず実際の受信に用いられる受信ウェイトはどのようなものであってもよい。なお、通常は、本発明に言う受信ウェイトは実際の受信には用いられず、実際の受信には当該受信にとって好ましい異なる受信ウェイトが用いられる。

【0028】また、本発明に係るCDMA基地局装置では、移動局装置から送信される拡散信号を複数のアンテナを用いて受信する一方、これら複数のアンテナのそれぞれに送信ウェイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての指向性を制御して、送信相手となる移動局装置に対する拡散信号を当該移動局装置に対応した送信電力で送信するに際して、次のようにして決定した送信ウェイトを用いて当該拡散信号を送信する。なお、ここでは、送信相手となる移動局装置に対応した送信電力が所定の閾値未満である場合、すなわち、送信相手となる移動局装置に対応した送信電力と同じ大きさの送信電

力に対応した移動局装置が比較的干渉に弱い場合を述べる。

【0029】すなわち、参照信号検出手段が所定の閾値未満の送信電力に対応した送信相手となる移動局装置から受信した信号を参照信号として検出し、補償不要信号検出手段が送信相手となる移動局装置に対応した送信電力と比べて大きな送信電力に対応した他の移動局装置から受信した信号を補償不要信号として検出し、送信手段が検出された参照信号と検出された補償不要信号以外の信号を他の信号として、当該他の信号の受信レベルが小さくなるとともに当該参照信号の受信レベルが大きくなるような各アンテナの受信ウェイトに基づいた送信ウェイトを算出し、算出した送信ウェイトを用いて送信相手となる移動局装置に対する拡散信号を送信する。

【0030】従って、上記のような送信ウェイトを用いることにより、送信相手となる移動局装置に対しては大きな電力レベルで信号を送信することができるとともに送信相手となる移動局装置に対応した送信電力以下の送信電力に対応した移動局装置に対しては小さな電力レベルで当該信号を送信することができるため、比較的小さな送信電力に対応した移動局装置、すなわち、比較的干渉に弱い移動局装置に与える干渉を優先的に小さくすることができる。なお、送信ウェイトや受信ウェイトについては、上記と同様である。

【0031】また、以上に示したような本発明に係るCDMA基地局装置では、例えば送信相手となる移動局装置から送信される拡散信号が複数の経路を介して受信されるマルチパス環境の通信で用いられるに際して、上記した参照信号検出手段は送信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される信号の中で受信電力が最大となる信号を参照信号として検出し、上記した補償不要信号検出手段は送信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される信号の中で参照信号として検出された信号以外の信号を補償不要信号に含めて検出する。

【0032】従って、複数の経路を介して受信されるマルチパス信号の中で受信電力が最大となる信号、すなわち、最も電力ロスが小さな最良の経路を介して受信される信号が参照信号として選択されるため、常に最良の送信ウェイトを算出して送信に用いることができる。

【0033】また、本発明に係るCDMA基地局装置では、例えば受信相手となる移動局装置から送信される拡散信号が複数の経路を介して受信されるマルチパス環境の通信で用いられるに際して、受信参照信号検出手段が受信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される信号の中で受信電力が最大となる信号を受信参照信号として検出し、受信手段が検出された受信参照信号以外の受信信号を他の信号として、当該他の信号の受信レベルが小さくなるとともに当該受信参照信号の受信レベルが大きくなるような各アンテナの受信ウェイトを算

出し、算出した受信ウエイトを用いて受信相手となる移動局装置からの拡散信号を受信する。なお、ここで言う受信ウエイトは実際の受信に用いられる受信ウエイトのことである。

【0034】従って、上記のような受信ウエイトを用いることにより受信相手となる移動局装置からの信号を大きな受信レベルで受信するとともに他の移動局装置からの信号を小さな受信レベルで受信するに際して、受信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信されるマルチパス信号の中で受信電力が最大となる信号が受信参照信号として選択されるため、上記した送信ウエイトの場合と同様に、常に最良の受信ウエイトを算出して受信に用いることができる。

【0035】

【発明の実施の形態】本発明に係る一実施例を図面を参照して説明する。図1には、本発明に係るCDMA基地局装置の一例として、当該CDMA基地局装置に備えられたアンテナA_iや、デュプレクサ1や、受信系3や、送信ウエイト決定部Dや、ウエイト較正部11や、送信信号を処理する乗算器12や、RF送信機13を示している。また、送信ウエイト決定部Dには、RF受信機2や、識別シンボルを処理する再拡散部4や、補償不要信号を処理する再拡散部5及び乗算器6や、受信信号を処理する乗算器7及び加算器8や、誤差信号を算出する加算器9や、MMSE制御を行うウエイト制御部10が備えられている。

【0036】アンテナA_iは、例えばアダプティブアレイアンテナを構成する複数のアンテナの中のi番目のアンテナであり、移動局装置から無線送信される拡散信号を受信して当該拡散信号をデュプレクサ1へ出力する一方、デュプレクサ1から入力された拡散信号を移動局装置に対して無線送信する機能を有している。本例では、CDMA基地局装置に備えられたアダプティブアレイアンテナを構成するアンテナの総数がN（すなわち、 $i = 1 \sim N$ ）であるとする。

【0037】なお、上記図1ではi番目のアンテナA_i以外のアンテナについては図示を省略するとともに、i番目のアンテナA_i以外のアンテナにより送受信される信号を処理する構成については図示を省略或いは簡略化してあるが、i番目のアンテナA_i以外のアンテナにより送受信される信号を処理する構成については例えばi番目のアンテナA_iにより送受信される信号を処理する構成と同様である。

【0038】デュプレクサ1は、アンテナA_iから入力される信号をRF受信機2へ出力する一方、RF送信機13から入力される信号をアンテナA_iへ出力する機能を有しており、同一のアンテナA_iを送受信に共用することを可能にしている。RF受信機2は、アンテナA_iにより受信されてデュプレクサ1を介して入力される信号 $x_i(k)$ の周波数帯をRF（無線周波数）帯からベ

ースバンド帯へ変換して、当該信号 $x_i(k)$ を受信系3及び乗算器7へ出力する機能を有している。ここで、“ $x_i(k)$ ”中の“(k)”は信号値 x_i が時刻kの関数であることを示しており、この“(k)”という表記の意味については以下も同様である。なお、上記したRF受信機2の機能を例えば後述する受信系3に備えることも可能である。

【0039】受信系3には全てのアンテナA₁～A_Nにより受信された信号 $x_1(k) \sim x_N(k)$ がベースバンド帯の信号として入力される。受信系3は、これら入力されるN個の信号 $x_1(k) \sim x_N(k)$ のそれぞれに受信ウエイトを乗算して当該乗算結果を総和することにより、受信希望信号を受信するのに適した受信指向性を制御して当該受信希望信号の受信処理を行う機能を有している。なお、受信ウエイトを用いた受信指向性の制御の仕方としては、例えば従来例で示したのと同様な仕方を用いることができる。

【0040】ここで、本例のCDMA基地局装置は、通信相手となる移動局装置から送信される拡散信号が複数の経路を介して受信されるとともに当該CDMA基地局装置から送信する拡散信号が複数の経路を介して通信相手となる移動局装置に到達するマルチパス環境の通信で用いられているとする。このようなマルチパス環境の通信を効率化するために、本例の受信系3は、RF受信機2から入力される信号 $x_i(k)$ を各経路毎の信号に分離する機能を有しており、また、各経路を介して受信される同一の信号をRAKE合成する機能を有している。なお、本例では、各移動局装置にもRAKE合成を行う機能が備えられており、各移動局装置は当該機能を用いてCDMA基地局装置から複数の経路を介して受信される同一の信号をRAKE合成する。

【0041】また、受信系3は、送信相手となる移動局装置から受信した信号を識別シンボル $s(k)$ として再拡散部4へ出力するとともに、送信相手となる移動局装置以外の移動局装置であって比較的干渉に強い移動局装置から受信した信号を補償不要信号 $m_h(k)$ として再拡散部5へ出力する機能を有している。ここで、本例では、送信相手となる移動局装置から送信される信号が複数の経路を介して受信されるため、受信系3は、例えばRAKE合成器の信号入力側において、これら複数の経路を介して受信される同一の信号の中から1つの信号を識別シンボル $s(k)$ として選択するとともに、当該識別シンボル $s(k)$ として選択した信号以外の信号（マルチパス信号）を上記した補償不要信号 $m_h(k)$ に含めて出力する。

【0042】また、同様に、本例では、上記した比較的干渉に強い移動局装置から送信される信号も複数の経路を介してCDMA基地局装置により受信されるため、受信系3は、これら複数の経路を介して受信される全ての信号（マルチパス信号）を上記した補償不要信号 m_h

(k) に含めて出力する。なお、マルチパス信号を含む補償不要信号 $m_h(k)$ は、例えば受信系3に備えられたRAKE合成器の信号入力側で検出することができる。

【0043】ここで、送信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される同一の信号の中からいずれの信号を識別シンボル $s(k)$ として選択するかについては任意であってもよいが、本例の受信系3は、好ましい態様として、上記したRAKE合成器の信号入力側での平均電力が最も大きな信号を識別シンボル $s(k)$ として選択する。また、受信系3は、上記した補償不要信号 $m_h(k)$ の総数(補償不要信号数) H を送信ウエイト決定部Dのウエイト制御部10に通知する機能を有している。ここで、 $h=1\sim H$ となる。

【0044】再拡散部4は、受信系3から入力される識別シンボル $s(k)$ を拡散符号を用いて再拡散し、これにより得られた拡散信号を参照信号 $r(k)$ として加算器9へ出力する機能を有している。また、再拡散部5は、受信系3から入力される補償不要信号 $m_h(k)$ を拡散符号を用いて再拡散し、再拡散後の補償不要信号(拡散信号となっているもの) $m_h(k)$ を乗算器6へ出力する機能を有している。

【0045】ここで、識別シンボル $s(k)$ の再拡散に用いられる拡散符号は、当該識別シンボル $s(k)$ を受信系3で逆拡散により得るときに用いられた拡散符号と例えば同じ拡散符号であり、同様に、各補償不要信号 $m_h(k)$ の再拡散に用いられる拡散符号は、当該各補償不要信号 $m_h(k)$ を受信系3で逆拡散により得るときに用いられた拡散符号と例えば同じ拡散符号である。なお、例えばQPSK拡散が行われる場合には、I相については逆拡散で用いた拡散符号と同じ拡散符号が再拡散に用いられるが、Q相については逆拡散で用いた拡散符号を反転させた拡散符号が再拡散に用いられる。

【0046】乗算器6は、再拡散部5から入力される各補償不要信号 $m_h(k)$ に複素振幅 α_h を乗算し、当該乗算結果の総和信号 $z(k) (= \sum \{m_h(k) \times \alpha_h\})$ を加算器9へ出力する機能を有している。ここで、複素振幅 α_h は後述するウエイト制御部10から出力されるものであり、各補償不要信号 $m_h(k)$ に対応したものである。

【0047】乗算器7は、RF受信機2から入力される信号 $x_i(k)$ に制御用ウエイト ω_i を乗算し、当該乗算結果を加算器8へ出力する機能を有している。ここで、制御用ウエイト ω_i は後述するウエイト制御部10から出力されるものであり、各アンテナ A_i により受信される信号 $x_i(k)$ に対応したものである。加算器8には各アンテナ $A_1\sim A_N$ から得られた信号 $x_1(k)\sim x_N(k)$ と各制御用ウエイト $\omega_1\sim \omega_N$ との乗算結果が全てのアンテナ $A_1\sim A_N$ について入力される。加算器8は、これら入力される N 個の乗算結果を総和し、

当該総和結果 $y(k)$ を加算器9へ出力する機能を有している。

【0048】加算器9には再拡散部4から上記した参照信号 $r(k)$ が入力され、乗算器6から上記した総和信号 $z(k)$ が入力され、加算器8から上記した総和結果 $y(k)$ が入力される。加算器9は、入力される参照信号 $r(k)$ と総和信号 $z(k)$ とを加算した信号を入力される総和結果 $y(k)$ から減算した信号を誤差信号 $e(k) (= y(k) - r(k) - z(k))$ としてウエイト制御部10へ出力する機能を有している。なお、誤差信号 $e(k)$ の正負は逆(すなわち、 $e(k) = r(k) + z(k) - y(k)$)であってもよい。

【0049】ウエイト制御部10は、受信系3から通知される補償不要信号数 H 及び加算器9から入力される誤差信号 $e(k)$ に基づいて、乗算器7へ出力する制御用ウエイト ω_i 及び乗算器6へ出力する複素振幅 α_h を順次更新することにより、当該誤差信号 $e(k)$ の電力が最小になるような制御用ウエイト $\omega_1\sim \omega_N$ 及び複素振幅 $\alpha_1\sim \alpha_H$ を算出する機能を有している。ここで、本例のウエイト制御部10は、受信系3から通知された補償不要信号数 H だけ拡張された(すなわち、アレイバタンの自由度を節約した)MMS E制御を行うことにより、上記のような算出を行う。なお、このように本例では、RF受信機2から出力される信号、すなわち逆拡散前の信号を用いて制御用ウエイト $\omega_1\sim \omega_N$ が決定される。

【0050】ここで、上記のようにして算出される制御用ウエイト $\omega_1\sim \omega_N$ を仮にアダプティブアレイアンテナの受信ウエイトであるとみなすと、この受信ウエイトは、参照信号 $r(k)$ の受信レベルが大きく(本例では、受信系3から出力される識別シンボル $s(k)$ のレベルに応じた大きなレベルに)なるとともに誤差信号 $e(k)$ の受信レベルが小さく(本例では、好ましい態様として、可能な限り最小に)なることを実現することができるものとなる。

【0051】このため、このような制御用ウエイト $\omega_1\sim \omega_N$ に基づいた送信ウエイトを用いると、参照信号 $r(k)$ の受信方向に対しては比較的大きな電力レベルで信号を送信することができるとともに誤差信号 $e(k)$ に含まれる信号の受信方向に対しては比較的小きな電力レベルで信号を送信することができる送信指向性が実現される。すなわち、このような送信ウエイトを用いることにより、送信相手となる移動局装置に対しては比較的大きな電力レベルで信号を送信することができるとともに、比較的干渉に弱い移動局装置に対しては比較的小きな電力レベルで信号を送信することができる。

【0052】なお、上記のように比較的干渉に弱い移動局装置に与える干渉を優先的に低減させることができる理由は、送信相手となる移動局装置から受信した参照信号 $r(k)$ 以外のマルチパス信号や比較的干渉に強い他

の移動局装置から受信したマルチパス信号を補償不要信号 $m_h(k)$ として誤差信号 $e(k)$ 中に残らないようにしているためである。すなわち、補償不要信号 $m_h(k)$ の受信方向に対する送信時のアンテナ利得を低下させる（例えばヌルを向ける）ことにアレイパタンの自由度を用いないことで、比較的干渉に弱い移動局装置に対する送信時のアンテナ利得を低下させることにアレイパタンの自由度を優先的に用いることができるためである。

【0053】なお、上記した本例のMMSE制御に関する理論式の一例を示しておく。例えば、本例のMMSE

$$X(k) = \{x_1(k), \dots, x_N(k), m_1(k), \dots, m_H(k)\}^T \quad \dots (式1)$$

【0055】

$$W = \{\omega_1, \dots, \omega_N, \alpha_1, \dots, \alpha_H\}^T \quad \dots (式2)$$

【0056】上記のように拡張されたウエイトベクトル W のウィナー解は、式3～式5で示されるものとなる。なお、式中の“ \cdot ”は乗算を示し、“ $*$ ”は複素共役を示す。また、式中の“ $E[\]$ ”はカッコ（ $\]$ ）内

$$W = (R_{xx})^{-1} \cdot (V_{xr}) \quad \dots (式3)$$

【0058】

$$R_{xx} = E[(X(k)) \cdot (X(k))^T] \quad \dots (式4)$$

【0059】

$$V_{xr} = E[(X(k)) \cdot (r(k))] \quad \dots (式5)$$

【0060】また、上記したウエイト制御部10は、上記したようにして誤差信号 $e(k)$ の電力が最小になるような制御用ウエイト $\omega_1 \sim \omega_N$ を算出すると、算出した制御用ウエイト $\omega_1 \sim \omega_N$ をウエイト較正部11へ出力する機能を有している。ウエイト較正部11は、ウエイト制御部10から入力される N 個の制御用ウエイト $\omega_1 \sim \omega_N$ に所定の較正処理を施し、これにより得られる N 個のウエイトを送信ウエイト $\omega'_1 \sim \omega'_N$ として各アンテナ $A_1 \sim A_N$ に対応した乗算器へ出力する機能を有している。ここで、上記図1には、 i 番目のアンテナ A_i に対応した乗算器12のみを示してあり、この乗算器12には当該アンテナ A_i に対応した送信ウエイト ω'_i が入力される。

【0061】また、上記した所定の較正処理とは、RF受信機2の複素振幅特性とRF送信機13の複素振幅特性とが各アンテナ $A_1 \sim A_N$ 毎に異なっていることの影響を取り除く処理のことである。なお、このような較正処理が必要でない場合には、例えばウエイト制御部10から出力される制御用ウエイト $\omega_1 \sim \omega_N$ がそのまま送信ウエイト $\omega'_1 \sim \omega'_N$ として用いられる。

【0062】乗算器12には送信相手となる移動局装置に対する信号（送信信号） $t(k)$ が入力されるとともにウエイト較正部11から送信ウエイト ω'_i が入力される。乗算器12は、入力される送信信号 $t(k)$ と送信ウエイト ω'_i とを乗算した結果をRF送信機13へ

制御では、式1に示すように拡張された入力信号ベクトル $X(k)$ と、式2に示すように拡張されたウエイトベクトル W を用いる。ここで、 $X(k)$ と W はベクトルを示す。また、式中の“ T ”は転置を示す。また、式中の $x_1(k) \sim x_N(k)$ や $m_1(k) \sim m_H(k)$ や $\omega_1 \sim \omega_N$ や $\alpha_1 \sim \alpha_H$ は、それぞれ上記した受信信号 $x_i(k)$ や補償不要信号 $m_h(k)$ や制御用ウエイト ω_i や複素振幅 α_h を示す。

【0054】

【数1】

【数2】

のもののアンサンブル平均を示す。また、式中の $r(k)$ は、上記した参照信号 $r(k)$ を示す。

【0057】

【数3】

【数4】

【数5】

出力する機能を有している。なお、送信信号 $t(k)$ に送信ウエイト ω'_i が乗算されることにより、当該送信ウエイト ω'_i に応じて送信信号 $t(k)$ の振幅や位相が調整される。

【0063】RF送信機13は、乗算器12から入力される信号の周波数帯をベースバンド帯からRF帯へ変換し、このようにして搬送周波数帯（RF帯）へ変換した信号をデュプレクサ1へ出力する機能を有している。そして、上記したように、デュプレクサ1へ出力される信号はアンテナ A_i から無線送信される。なお、例えば上記したRF送信機13の機能を乗算器12の前段に備えることも可能であり、この場合には、送信信号 $t(k)$ がRF帯の信号へ変換された後に当該送信信号 $t(k)$ に送信ウエイト ω'_i が乗算される。

【0064】以上のように、本例のCDMA基地局装置では、アダプティブアレイアンテナを用いて受信した信号に基づいて、参照信号 $r(k)$ の受信方向に対しては比較的大きな電力レベルで信号を送信することができるとともに誤差信号 $e(k)$ に含まれる信号の受信方向に対しては比較的小さな電力レベルで信号を送信することができるような送信ウエイト $\omega'_1 \sim \omega'_N$ を決定することができるため、当該送信ウエイト $\omega'_1 \sim \omega'_N$ を用いて送信相手となる移動局装置に対する信号を当該アダプティブアレイアンテナにより送信することにより、比較的干渉に弱い移動局装置に与える干渉を低減させる

ことができる。

【0065】なお、本例のCDMA基地局装置によるMSE制御では、例えば各補償不要信号 $m_h(k)$ の受信方向に対して送信される信号の電力レベルを低減させることにはアレイパタンの自由度が用いられないが、これら各補償不要信号 $m_h(k)$ を送信した移動局装置は比較的干渉に強い通信を行っているものであるため、本例のような送信ウエイト $\omega'_1 \sim \omega'_N$ を用いたとしても、干渉の影響による当該移動局装置の受信特性の劣化は小さく問題はない。

【0066】次に、上記した本例のCDMA基地局装置により行われる送信ウエイト決定処理等の手順の具体例を示す。ここで、本例では、比較的干渉に強い移動局装置と比較的干渉に弱い移動局装置とがCDMA基地局装置の通信可能領域に存在する場合の具体例として、CDMA基地局装置及び移動局装置から構成される無線通信システムにおいてマルチレートサービスが行われる場合と、CDMA基地局装置及び移動局装置の双方で送信電力制御が行われる場合とをそれぞれ示す。

【0067】まず、マルチレートサービスが行われる場合を示す。なお、ここでは、説明の便宜上から、通信に用いることが可能な通信速度の中で比較的低い速度を“低速”で表し、比較的高い速度を“高速”で表す。この場合、CDMA基地局装置から移動局装置に対して高速の通信速度で送信される信号（高速ユーザ信号）の送信電力は、低速の通信速度で送信される信号（低速ユーザ信号）の送信電力と比べて大きい。このため、高速ユーザ信号を通信する移動局装置（高速ユーザ）の方が低速ユーザ信号を通信する移動局装置（低速ユーザ）と比べて干渉に強く、すなわち、干渉の影響を受けにくい。

【0068】上記のようなマルチレートサービスが行われる場合には、CDMA基地局装置の送信相手となる移動局装置が高速ユーザである場合と低速ユーザである場合とがあり、以下では、これらの各場合について説明する。まず、CDMA基地局装置の送信相手となる移動局装置が高速ユーザである場合について説明する。なお、図2には、本例のCDMA基地局装置により行われる処理の手順の一例を示してあり、この手順と対応させて説明する。

【0069】すなわち、まず、各アンテナ $A_1 \sim A_N$ により受信された信号 $x_1(k) \sim x_N(k)$ がデプレクサ1を介してRF受信機2へ出力される（ステップS1）。次に、RF受信機2により周波数変換された信号 $x_1(k) \sim x_N(k)$ が受信系3によりRAKE受信され、当該受信系3から識別シンボル $s(k)$ 及び補償不要信号 $m_h(k)$ が出力される（ステップS2）。

【0070】ここで、識別シンボル $s(k)$ としては、送信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される高速ユーザ信号の中で最も平均電力が大きな信号が選択される。また、補償不要信号 $m_h(k)$ として

は、送信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される高速ユーザ信号の中で参照信号として選択された信号以外の信号（マルチパス信号）が選択されるとともに、送信相手となる移動局装置により用いられる通信速度以上の通信速度で通信する他の全ての移動局装置から受信される信号（マルチパス信号も含む）が選択される。

【0071】また、識別シンボル $s(k)$ は再拡散部4により再拡散されて参照信号 $r(k)$ へ変換され（ステップS3）、補償不要信号 $m_1(k) \sim m_H(k)$ は再拡散部5により再拡散された後に（ステップS4）、複素振幅 $\alpha_1 \sim \alpha_H$ を乗算されて当該乗算結果が総和される（ステップS5）。また、例えば以上に示した受信処理や再拡散処理等（ステップS2～ステップS5）と同期して、各アンテナ $A_1 \sim A_N$ により受信された信号 $x_1(k) \sim x_N(k)$ には制御用ウエイト $\omega_1 \sim \omega_N$ が乗算され（ステップS6）、これらの乗算結果の総和結果 $y(k)$ が加算器8により算出される（ステップS7）。

【0072】次いで、再拡散部4から出力される参照信号 $r(k)$ や乗算器6から出力される総和信号 $z(k)$ や加算器8から出力される総和結果 $y(k)$ に基づいて加算器9により誤差信号 $e(k)$ が算出され、当該誤差信号 $e(k)$ がウエイト制御部10へ出力される（ステップS8）。ウエイト制御部10では、例えば予め設定されたMSE制御の仕方に従って制御用ウエイト $\omega_1 \sim \omega_N$ や複素振幅 $\alpha_1 \sim \alpha_H$ を順次更新することが行われ、これにより、誤差信号 $e(k)$ の電力が最小となるような制御用ウエイト $\omega_1 \sim \omega_N$ が決定されてウエイト較正部11へ出力される（ステップS9）。

【0073】そして、上記のようにして決定された制御用ウエイト $\omega_1 \sim \omega_N$ に基づいた送信用ウエイト $\omega'_1 \sim \omega'_N$ がウエイト較正部11により算出され（ステップS10）、算出された送信ウエイト $\omega'_1 \sim \omega'_N$ と送信対象となる送信信号 $t(k)$ とが乗算された信号がRF送信機13やデプレクサ1を介して各アンテナ $A_1 \sim A_N$ から無線送信される（ステップS11）。

【0074】以上のような処理を行うことにより、本例のCDMA基地局装置では、移動局装置への下り通信を行うに際して、アレイパタンの全ての自由度を低速ユーザ方向に対するアンテナ利得を低減させることに優先的に用いることができるため、送信相手となる移動局装置に対しては信号が大きな電力レベルで送信されるのを確保するとともに比較的干渉に弱い低速ユーザに対しては信号が小さな電力レベルで送信されるような送信指向性を実現することができる。このため、低速ユーザに与える干渉を低減させることができ、これにより、これら低速ユーザの受信特性が干渉の影響により劣化してしまうのを防止することができる。

【0075】また、本例のCDMA基地局装置では、送

信相手となる移動局装置から送信される信号が複数の経路を介して受信される場合に、好ましい態様として、これら複数の経路を介して受信される信号の中から平均電力が最も大きな信号、すなわち、電力ロスが最も小さな経路を介して受信される信号を参照信号として選択することが行われるため、常に最良の送信ウェイトを算出して最良の送信指向性を実現することができる。すなわち、RAKE受信により得られるマルチパス信号の中から平均受信電力が最大の信号を参照信号として選択することを行うと、時間幅をもった平均化によってフェージング変動等の短時間での電力変動の影響を除去することができるため、例えば上り通信と下り通信との間の伝搬路状況の違いを実質的に抑制することができ、これにより、伝搬ロスやシャドーイング等が最も小さい経路の信号を参照信号として選択することができる。

【0076】なお、例えばCDMA基地局装置の通信可能領域に送信相手となる移動局装置と比べて干渉に強い移動局装置のみが存在する場合や、或いは、例えば参照信号として選択される信号以外の信号の総数（すなわち、受信される信号の総数から1を減算した数）がアレイパタンの自由度以内である場合には、送信相手となる移動局装置から受信される信号（参照信号以外のマルチパス信号）のみを補償不要信号 $m_h(k)$ として選択するようにすると、比較的干渉に強い移動局装置に与える干渉を低減させることも可能である。

【0077】次に、CDMA基地局装置の送信相手となる移動局装置が低速ユーザである場合について説明する。なお、CDMA基地局装置により行われる処理の手順の一例としては、例えば上記図2に示したものと同様であるため、この手順の詳細な説明は省略する。

【0078】すなわち、この場合には、識別シンボル $s(k)$ としては、送信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される低速ユーザ信号の中で最も平均電力が大きな信号が選択される。また、補償不要信号 $m_h(k)$ としては、送信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される低速ユーザ信号の中で参照信号として選択された信号以外の信号（マルチパス信号）が選択されるとともに、送信相手となる移動局装置により用いられる通信速度と比べて大きな通信速度で通信する他の全ての移動局装置から受信される信号（マルチパス信号も含む）が選択される。

【0079】このような参照信号 $r(k)$ 及び補償不要信号 $m_h(k)$ を選択することにより、本例のCDMA基地局装置では、移動局装置への下り通信を行うに際して、アレイパタンの全ての自由度を送信相手となる移動局装置以外の全ての低速ユーザ方向に対するアンテナ利得を低減させることに優先的に用いることができるため、送信相手となる移動局装置に対しては信号が大きな電力レベルで送信されるのを確保するとともに比較的干渉に弱い他の低速ユーザに対しては信号が小さな電力レ

ベルで送信されるような送信指向性を実現することができる。

【0080】なお、例えば参照信号として選択される信号以外の信号の総数（すなわち、受信される信号の総数から1を減算した数）がアレイパタンの自由度以内である場合には、送信相手となる移動局装置から受信される信号（参照信号以外のマルチパス信号）のみを補償不要信号 $m_h(k)$ として選択するようにすると、比較的干渉に強い移動局装置に与える干渉を低減させることも可能である。

【0081】次に、CDMA基地局装置及び移動局装置の双方で送信電力制御が行われる場合を示す。なお、ここでは、説明の便宜上から、CDMA基地局装置との離隔距離が比較的大きいことを“遠距離”で表し、比較的小さいことを“近距離”で表す。この場合、遠距離の移動局装置（遠距離ユーザ）に対してCDMA基地局装置から送信される信号（遠距離ユーザ信号）の送信電力は、近距離の移動局装置（近距離ユーザ）に対してCDMA基地局装置から送信される信号（近距離ユーザ信号）の送信電力と比べて大きい。このため、遠距離ユーザの方が近距離ユーザと比べて干渉に強く、すなわち、干渉の影響を受けにくい。

【0082】上記のような送信電力制御が行われる場合には、CDMA基地局装置の送信相手となる移動局装置が遠距離ユーザである場合と近距離ユーザである場合とがあり、以下では、これらの各場合について説明する。まず、CDMA基地局装置の送信相手となる移動局装置が遠距離ユーザである場合について説明する。なお、CDMA基地局装置により行われる処理の手順の一例としては、例えば上記図2に示したものと同様であるため、この手順の詳細な説明は省略する。

【0083】すなわち、この場合には、識別シンボル $s(k)$ としては、送信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される遠距離ユーザ信号の中で最も平均電力が大きな信号が選択される。また、補償不要信号 $m_h(k)$ としては、送信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される遠距離ユーザ信号の中で参照信号として選択された信号以外の信号（マルチパス信号）が選択されるとともに、送信相手となる移動局装置の離隔距離以上の離隔距離をもってCDMA基地局装置と通信する他の全ての移動局装置から受信される信号（マルチパス信号も含む）が選択される。

【0084】このような参照信号 $r(k)$ 及び補償不要信号 $m_h(k)$ を選択することにより、本例のCDMA基地局装置では、移動局装置への下り通信を行うに際して、アレイパタンの全ての自由度を近距離ユーザ方向に対するアンテナ利得を低減させることに優先的に用いることができるため、送信相手となる移動局装置に対しては信号が大きな電力レベルで送信されるのを確保するとともに比較的干渉に弱い近距離ユーザに対しては信号が

小さな電力レベルで送信されるような送信指向性を実現することができる。

【0085】なお、例えばCDMA基地局装置の通信可能領域に送信相手となる移動局装置と比べて離隔距離が大きな移動局装置のみが存在する場合や、或いは、例えば参照信号として選択される信号以外の信号の総数（すなわち、受信される信号の総数から1を減算した数）がアレイパタンの自由度以内である場合には、送信相手となる移動局装置から受信される信号（参照信号以外のマルチパス信号）のみを補償不要信号 $m_h(k)$ として選択するようにすると、比較的干渉に強い移動局装置に与える干渉を低減させることも可能である。

【0086】次に、CDMA基地局装置の送信相手となる移動局装置が近距離ユーザである場合について説明する。なお、CDMA基地局装置により行われる処理の手順の一例としては、例えば上記図2に示したものと同様であるため、この手順の詳細な説明は省略する。

【0087】すなわち、この場合には、識別シンボル $s(k)$ としては、送信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される近距離ユーザ信号の中で最も平均電力が大きな信号が選択される。また、補償不要信号 $m_h(k)$ としては、送信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される近距離ユーザ信号の中で参照信号として選択された信号以外の信号（マルチパス信号）が選択されるとともに、送信相手となる移動局装置の離隔距離と比べて大きな離隔距離をもってCDMA基地局装置と通信する他の全ての移動局装置から受信される信号（マルチパス信号も含む）が選択される。

【0088】このような参照信号 $r(k)$ 及び補償不要信号 $m_h(k)$ を選択することにより、本例のCDMA基地局装置では、移動局装置への下り通信を行うに際して、アレイパタンの全ての自由度を送信相手となる移動局装置以外の全ての近距離ユーザ方向に対するアンテナ利得を低減させることに優先的に用いることができるため、送信相手となる移動局装置に対しては信号が大きな電力レベルで送信されるのを確保するとともに比較的干渉に弱い他の近距離ユーザに対しては信号が小さな電力レベルで送信されるような送信指向性を実現することができる。

【0089】なお、例えば参照信号として選択される信号以外の信号の総数（すなわち、受信される信号の総数から1を減算した数）がアレイパタンの自由度以内である場合には、送信相手となる移動局装置から受信される信号（参照信号以外のマルチパス信号）のみを補償不要信号 $m_h(k)$ として選択するようにすると、比較的干渉に強い移動局装置に与える干渉を低減させることも可能である。

【0090】ここで、本例のCDMA基地局装置では、上記した受信系3や再拡散部4が送信相手となる高速ユーザや遠距離ユーザから受信した信号を参照信号 r

(k)として検出することにより、本発明に言う所定の閾値以上の送信電力に対応した送信相手となる移動局装置から受信した信号を参照信号として検出する参照信号検出手段が構成されている。なお、所定の閾値としては任意であってもよく、例えば比較的干渉に強い移動局装置に対応した送信電力と比較的干渉に弱い移動局装置に対応した送信電力とを区切るような値（以下で、この値を第1の閾値と言う）が閾値として設定されるのがよい。

【0091】また、本例のCDMA基地局装置では、上記した受信系3や再拡散部4が送信相手となる低速ユーザや近距離ユーザから受信した信号を参照信号 $r(k)$ として検出することにより、本発明に言う所定の閾値未満の送信電力に対応した送信相手となる移動局装置から受信した信号を参照信号として検出する参照信号検出手段が構成されている。なお、所定の閾値としては任意であってもよく、例えば上記した第1の閾値と同じ値が設定されるのがよい。

【0092】また、本例のCDMA基地局装置は送信相手となる移動局装置から送信される拡散信号が複数の経路を介して受信されるマルチパス環境の通信で用いられており、以上に示した参照信号検出手段は送信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される信号の中で受信電力が最大となる信号を参照信号として検出している。

【0093】また、本例のCDMA基地局装置では、上記した受信系3や再拡散部5が送信相手となる高速ユーザや遠距離ユーザに対応した送信電力以上の送信電力に対応した他の移動局装置から受信した信号を補償不要信号 $m_h(k)$ として検出することにより、本発明に言う送信相手となる移動局装置に対応した送信電力以上の送信電力に対応した他の移動局装置から受信した信号を補償不要信号として検出する補償不要信号検出手段が構成されている。

【0094】また、本例のCDMA基地局装置では、上記した受信系3や再拡散部5が送信相手となる低速ユーザや近距離ユーザに対応した送信電力と比べて大きな送信電力に対応した他の移動局装置から受信した信号を補償不要信号 $m_h(k)$ として検出することにより、本発明に言う送信相手となる移動局装置に対応した送信電力と比べて大きな送信電力に対応した他の移動局装置から受信した信号を補償不要信号として検出する補償不要信号検出手段が構成されている。

【0095】また、本例のCDMA基地局装置は上記したようにマルチパス環境の通信で用いられており、以上に示した補償不要信号検出手段は送信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される信号の中で参照信号として検出された信号以外の信号を補償不要信号に含めて検出する。なお、本例のように送信相手となる移動局装置以外の移動局装置からも複数の経路を介してマ

ルチパス信号が受信される場合には、以上に示した補償不要信号検出手段は例えば本例のように該当する全てのマルチパス信号を補償不要信号として検出する。

【0096】また、本例のCDMA基地局装置では、送信ウエイト決定部Dやウエイト較正部11が参照信号 $r(k)$ や補償不要信号 $m_h(k)$ に基づいて上記のような送信ウエイトを算出し、乗算器12やRF送信機13が当該送信ウエイトを用いて送信相手となる移動局装置に対する拡散信号をアンテナA1～ANから送信することにより、本発明に言う検出された参照信号と検出された補償不要信号以外の信号を他の信号として、当該他の信号の受信レベルが小さくなるとともに当該参照信号の受信レベルが大きくなるような各アンテナの受信ウエイトに基づいた送信ウエイトを算出し、算出した送信ウエイトを用いて送信相手となる移動局装置に対する拡散信号を送信する送信手段が構成されている。

【0097】なお、本例では、上記した誤差信号 $e(k)$ が本発明に言う他の信号に相当する。また、本例では、上記した制御用ウエイト $\omega_1 \sim \omega_N$ が本発明に言う受信ウエイトに相当する。ここで、本例では、本発明に言う受信ウエイト（本例では、制御用ウエイト $\omega_1 \sim \omega_N$ ）が一旦算出される構成としているが、これは送信ウエイトを算出するために算出されているのであって、この受信ウエイトが必ずしも実際の受信に用いられるということではない。

【0098】つまり、本例のCDMA基地局装置では、受信時には受信に最適な受信ウエイトを用いてアダプティブアレイアンテナの受信指向性を制御する一方、送信時には、受信時に用いた受信ウエイトに基づいた送信ウエイトを用いるのではなく、これとは別個に送信に最適な送信ウエイトを算出してアダプティブアレイアンテナの送信指向性を制御している。

【0099】なお、本例のCDMA基地局装置に備えられた受信系3により行われる実際の受信処理では、好ましい態様として、受信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される信号の中で受信電力が最大となる信号を受信参照信号として検出し、検出された受信参照信号以外の受信信号を他の信号として、当該他の信号の受信レベルが小さくなるとともに当該受信参照信号の受信レベルが大きくなるような各アンテナの受信ウエイトを算出し、算出した受信ウエイトを用いて受信相手となる移動局装置からの信号を受信することが行われている。

【0100】また、本例では、好ましい態様として、MSE制御を用いて最良の送信ウエイトを算出することとしたが、送信に用いられる送信ウエイトとしては、例えば比較的干渉に弱い移動局装置に与える干渉を実用上で有効な程度で低減させることができるようなものであれば、必ずしも最良のものでなくともよい。

【0101】以上に示したような各手段を備えて、本例

のCDMA基地局装置は、移動局装置から送信される拡散信号を複数のアンテナを用いて受信する一方、これら複数のアンテナのそれぞれに送信ウエイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての指向性を制御して、送信相手となる移動局装置に対する拡散信号を当該移動局装置に対応した送信電力で送信することを行う。

【0102】次に、本例のCDMA基地局装置により実現される送信指向性パターンに関するシミュレーションの結果例を示して、本例のCDMA基地局装置により得られる効果を従来例と比較して述べる。なお、本例では、CDMA基地局装置及び移動局装置から構成される無線通信システムにおいてマルチレートサービスが行われる場合であってCDMA基地局装置の送信相手となる移動局装置が高速ユーザである場合についてのシミュレーションの結果例を示してその効果を述べるが、例えば送信相手となる移動局装置が低速ユーザである場合についても同様な効果が得られる。また、例えばCDMA基地局装置及び移動局装置の双方で送信電力制御が行われる場合であってCDMA基地局装置の送信相手となる移動局装置が遠距離ユーザである場合や、或いは、送信相手となる移動局装置が近距離ユーザである場合についても同様な効果が得られる。

【0103】図3には、マルチレートサービスが行われる場合であってCDMA基地局装置の送信相手となる移動局装置が高速ユーザである場合について得られた送信指向性パターンのシミュレーションの結果例を示してある。ここで、このシミュレーションでは、CDMA基地局装置が高アンテナ高基地局であるとしてあり、各信号の角度広がり十分小さいと仮定してある。また、このシミュレーションでは、CDMA基地局装置に備えられるアンテナA1～ANの総数Nが4であるとしてあり、これら4つのアンテナA1～A4から半波長間隔4素子リニアアダプティブアレイアンテナが構成されているとしてある。なお、このようなアンテナの構成では、アンテナ間のフェージング相関は1であり、指向性パターンにより特性評価が可能である。

【0104】また、このシミュレーションでは、“高速”と“低速”との2種類の通信速度があるものとし、4つ（4パス）の高速ユーザ信号と4つ（4パス）の低速ユーザ信号とがCDMA基地局装置に到来するものとしてある。また、このシミュレーションでは、4つの高速ユーザ信号は同一の高速ユーザにより通信されるマルチパス信号であるとしてある。また、このシミュレーションでは、CDMA基地局装置から高速ユーザに対して信号を送信するときの送信電力の方が低速ユーザに対して信号を送信するときの送信電力と比べて18dB大きいとしてある。

【0105】上記図3に示したグラフの横軸は例えばCDMA基地局装置から見た角度方向[deg]を示しており、縦軸は当該角度方向に対して送信する信号の電力

レベル [dB] を示している。ここで、このシミュレーションでは、 0° の角度方向から到来する高速ユーザ信号を参照信号として選択している。

【0106】また、上記図3のグラフでは、本例のCDMA基地局装置により実現されるアダプティブアレイアンテナの送信指向性パタンのシミュレーションの結果例を(a)として示してあり(“本発明”と示したもの)、従来例に係るCDMA基地局装置により実現されるアダプティブアレイアンテナの送信指向性パタンのシミュレーションの結果例を(b)として示してあり(“従来”と示したもの)、従来例に係るセクタアンテナを用いたCDMA基地局装置により実現される送信指向性パタンのシミュレーションの結果例を(c)として示してある(“セクタアンテナ”と示したもの)。

【0107】また、上記図3のグラフでは、参照信号として選択される高速ユーザ信号の角度方向を(g)として示してあり、参照信号として選択される高速ユーザ信号以外の3つの高速ユーザ信号の角度方向をそれぞれ(d)、(f)、(h)として示してあり、4つの低速ユーザ信号の角度方向をそれぞれ(e)、(i)、(j)、(k)として示してある。

【0108】上記図3のグラフに示されるように、本例のCDMA基地局装置では、参照信号として選択される高速ユーザ信号に対応した角度方向に対しては高いアンテナ利得で信号を送信することができるとともに、従来例に係るCDMA基地局装置と比べて、比較的干渉に弱い低速ユーザ信号に対応した角度方向に対するアンテナ利得を低下させることができるため、このような低速ユーザに与える干渉を低減させることができる。このように本例のCDMA基地局装置では、参照信号として選択される高速ユーザ信号以外の高速ユーザ信号に対応した角度方向(ここでは、マルチパス方向)にヌルを向けることにアレーパタンの自由度を用いないため、比較的干渉に弱い低速ユーザに与える干渉を低減させるためにアレーパタンの自由度を大きく用いることができ、アレーパタンの自由度を有効に用いることができる。

【0109】なお、上記図3のグラフに示した本例のCDMA基地局装置に関するシミュレーションの結果例(a)は、上記式3に示したウエイトベクトルWのウィナー解を用いて得られる送信指向性パターンである。また、上記図3のグラフに示した従来例に係るアダプティブアレイアンテナを用いたCDMA基地局装置に関するシミュレーションの結果例(b)は、参照信号として選択される高速ユーザ信号以外の高速ユーザ信号を誤差信号e(k)中に残したままMMSE制御を行うこととした場合にウエイトベクトルのウィナー解を用いて得られる送信指向性パターンである。この従来例に係る場合には、アレーパタンの自由度が高速ユーザ信号に対応した角度方向に対するアンテナ利得を低下させるためにも用いられてしまうため、比較的干渉に弱い低速ユーザに対

する干渉除去が不十分である。

【0110】また、図4には、上記図3で示したのと同様な3つのCDMA基地局装置(すなわち、“本発明”、“従来”、“セクタアンテナ”と示したもの)に関して、各低速ユーザ信号方向の干渉低減量ISのシミュレーションの結果例を示してある。ここで、干渉低減量ISは、例えば参照信号として選択される高速ユーザ信号に対応した角度方向の相対的なアンテナ利得をGhとするとともに各低速ユーザ信号に対応した角度方向の相対的なアンテナ利得をGLとすると、式6で定義される。

【0111】

【数6】

$$IS = GL / Gh \quad \cdots (式6)$$

【0112】上記した干渉低減量ISは、CDMA基地局装置から送信相手となる高速ユーザに対して送信される高速ユーザ信号によって低速ユーザ信号方向に与えられる相対的な干渉の強さを示しており、当該干渉低減量ISが小さいほど低速ユーザ信号方向に与える干渉が低減されることを示す。

【0113】上記図4の表に示されるように、本例のCDMA基地局装置を用いると、従来例に係るCDMA基地局装置を用いた場合と比べて、全ての低速ユーザ信号方向に対する干渉低減量ISを小さくすることができ、すなわち、比較的干渉に弱い低速ユーザに与える干渉を低減させることができる。

【0114】また、図5には、上記図3で示したのと同様な3つのCDMA基地局装置に関して、干渉低減量ISの累積度数分布のシミュレーションの結果例を示してある。なお、図5には、本例のCDMA基地局装置に関して得られた累積度数分布のシミュレーションの結果例を(a)として示してあり(“本発明”と示したもの)、従来例に係るアダプティブアレイアンテナを用いたCDMA基地局装置に関して得られた累積度数分布のシミュレーションの結果例を(b)として示してあり(“従来”と示したもの)、従来例に係るセクタアンテナを用いたCDMA基地局装置に関して得られた累積度数分布のシミュレーションの結果例を(c)として示してある(“セクタアンテナ”と示したもの)。

【0115】ここで、上記図5に示した累積度数分布は、CDMA基地局装置に到来する各信号の到来角度方向をランダムに変化させるシミュレーションにより得られたものである。また、このシミュレーションでは、例えば上記図3に示したシミュレーション結果を得るのに行ったシミュレーションと同様に4つの高速ユーザ信号と4つの低速ユーザ信号とがCDMA基地局装置に到来するものとしてあるとともに、高速ユーザ信号の送信電力や低速ユーザ信号の送信電力が上記図3に示したシミュレーション結果を得るのに行ったシミュレーションの場合と同じであるとしてある。

【0116】上記図5に示したグラフの横軸は干渉低減量IS[dB]を示しており、縦軸は横軸に示した干渉低減量IS以下の干渉低減量が実現される確率を示している。同図のグラフに示されるように、本例のCDMA基地局装置を用いると、従来例に係るCDMA基地局装置を用いた場合と比べて、比較的干渉に弱い低速ユーザに与える干渉を低減させることができる。

【0117】ここで、本発明に係るCDMA基地局装置の構成としては、必ずしも上記実施例で示したものに限り、種々な構成が用いられてもよい。一例として、本発明に係るCDMA基地局装置に備えられるアンテナの数としては、複数であれば種々な数であってもよい。

【0118】また、本発明に係るCDMA基地局装置に備えられる参照信号検出手段や補償不要信号検出手段や送信手段により行われる処理としては、例えばプロセッサやメモリ等を備えたハードウェア資源においてプロセッサが制御プログラムを実行することにより制御される構成であってもよく、また、例えば当該処理を実行するための各機能手段が独立したハードウェア回路として構成されてもよい。また、本発明は上記の制御プログラムを格納したフロッピーディスクやCD-ROM等のコンピュータにより読み取り可能な記録媒体として把握することもでき、当該制御プログラムを記録媒体からコンピュータに入力してプロセッサに実行させることにより、本発明に係る処理を遂行させることができる。

【0119】なお、例えば上記実施例の図1に示したようなCDMA基地局装置を構築する場合に、同図に示した送信ウェイト決定部Dで行われる各種の処理をソフトウェアを用いて実行する構成とすれば、例えば従来のCDMA基地局装置に新たなハードウェアを追加することなく同図に示したようなCDMA基地局装置を構築することが可能である。

【0120】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るCDMA基地局装置によると、移動局装置から送信される拡散信号を複数のアンテナを用いて受信する一方、これら複数のアンテナのそれぞれに送信ウェイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての指向性を制御して、送信相手となる移動局装置に対する拡散信号を当該移動局装置に対応した送信電力で送信するに際して、所定の閾値以上の送信電力に対応した送信相手となる移動局装置から受信した信号を参照信号として検出し、送信相手となる移動局装置に対応した送信電力以上の送信電力に対応した他の移動局装置から受信した信号を補償不要信号として検出し、当該参照信号と当該補償不要信号以外の信号を他の信号として、当該他の信号の受信レベルが小さくなるとともに当該参照信号の受信レベルが大きくなるような各アンテナの受信ウェイトに基づいた送信ウェイトを算出し、当該送信ウェイトを用いて送信相手となる移動局装置に対する拡散信号を送信するように

したため、送信相手となる移動局装置に対しては大きな電力レベルで信号を送信することができるとともに、比較的干渉に弱い移動局装置に与える干渉を小さくすることができる。

【0121】また、本発明に係るCDMA基地局装置では、上記と同様な信号送信を行うに際して、所定の閾値未満の送信電力に対応した送信相手となる移動局装置から受信した信号を参照信号として検出し、送信相手となる移動局装置に対応した送信電力と比べて大きな送信電力に対応した他の移動局装置から受信した信号を補償不要信号として検出し、当該参照信号と当該補償不要信号以外の信号を他の信号として、上記と同様にして算出した送信ウェイトを用いて送信相手となる移動局装置に対する拡散信号を送信するようにしたため、上記と同様な効果を得ることができる。

【0122】また、本発明に係るCDMA基地局装置では、例えば送信相手となる移動局装置から送信される拡散信号が複数の経路を介して受信されるマルチパス環境の通信で用いられる場合に、送信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される信号の中で受信電力が最大となる信号を参照信号として検出するとともに、送信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される信号の中で参照信号として検出された信号以外の信号を補償不要信号に含めて検出するようにしたため、常に最良の経路を介して受信される信号を参照信号として選択することができ、これにより、常に最良の送信ウェイトを算出して送信に用いることができる。

【0123】また、本発明に係るCDMA基地局装置では、例えば受信相手となる移動局装置から送信される拡散信号が複数の経路を介して受信されるマルチパス環境の通信で用いられる場合に、受信相手となる移動局装置から複数の経路を介して受信される信号の中で受信電力が最大となる信号を受信参照信号として検出し、検出された受信参照信号以外の受信信号の受信レベルが小さくなるとともに当該受信参照信号の受信レベルが大きくなるような各アンテナの受信ウェイトを用いて受信相手となる移動局装置からの拡散信号を受信するようにしたため、上記した送信ウェイトの場合と同様に、常に最良の受信ウェイトを算出して受信に用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るCDMA基地局装置の一例を示す図である。

【図2】CDMA基地局装置により行われる処理の手順の一例を示す図である。

【図3】CDMA基地局装置により実現される指向性パタンのシミュレーションの結果例を示す図である。

【図4】各低速ユーザ信号方向の干渉低減量のシミュレーションの結果例を示す図である。

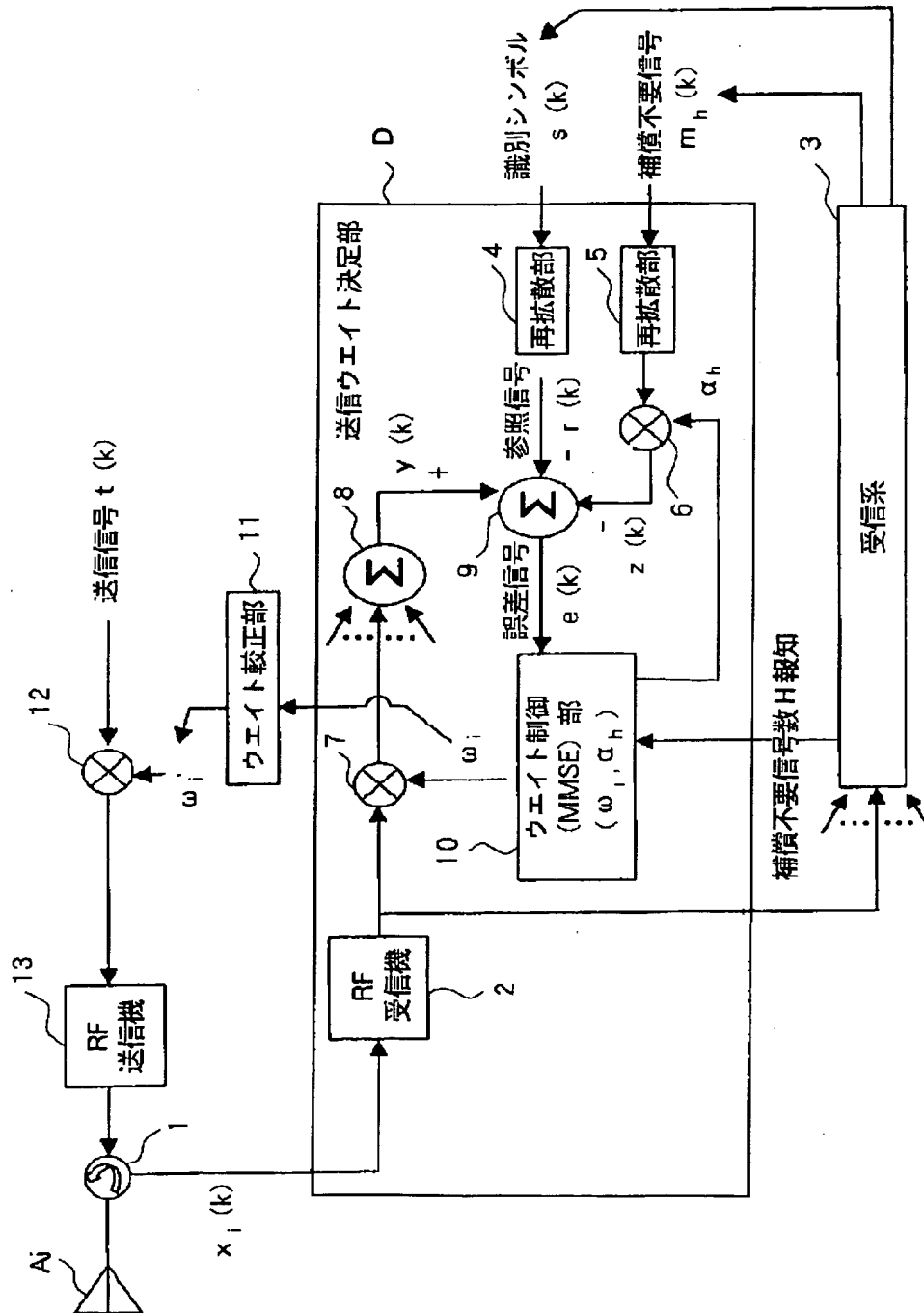
【図5】干渉低減量の累積度数分布のシミュレーションの結果例を示す図である。

【符号の説明】

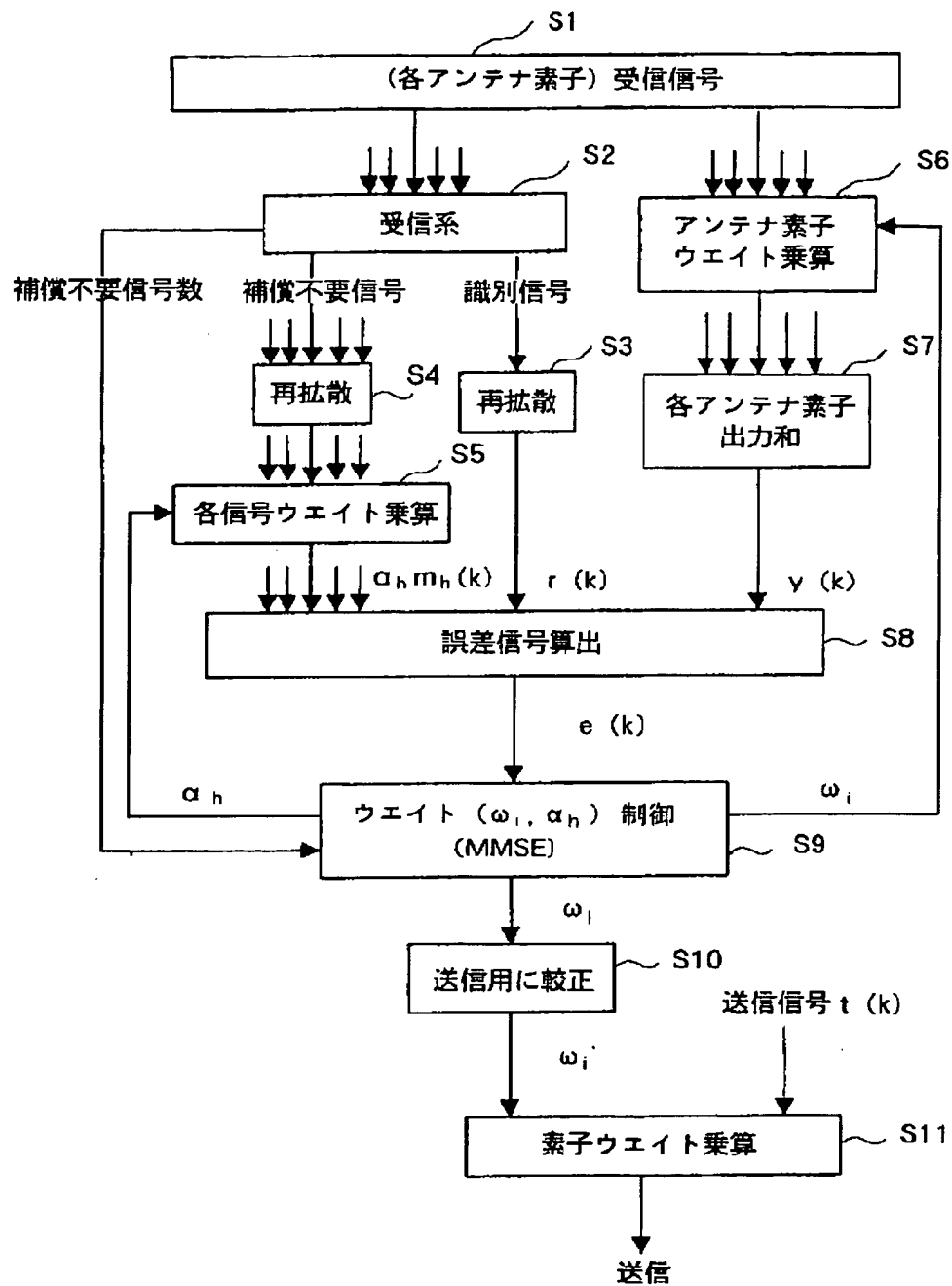
A_i ・・・ i 番目のアンテナ、 D ・・・送信ウエイト決定部、 1 ・・・デュプレクサ、 2 ・・・RF受信機、 3 ・・・受信系、 4 、 5 ・・・再拡散部、 6 、 7 、 12 ・・・乗算器、 8 、 9 ・・・加算器、 10 ・・・ウエイト制御部、 11 ・・・ウエイト較正部、 13 ・・・RF送信機、

・受信系、 4 、 5 ・・・再拡散部、 6 、 7 、 12 ・・・乗算器、 8 、 9 ・・・加算器、 10 ・・・ウエイト制御部、 11 ・・・ウエイト較正部、 13 ・・・RF送信機、

【図1】



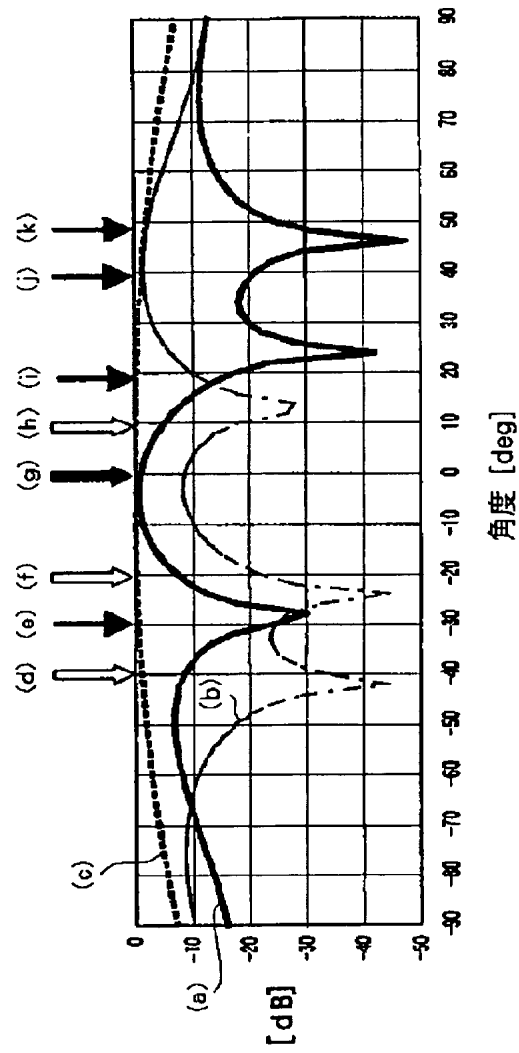
【図2】



【図4】

角度	セクタアンテナ	従来	本発明
-30°	-0.72dB	-15.3dB	-23.5dB
20°	-0.31dB	-1.4dB	-16.3dB
40°	-1.29dB	6.9dB	-20.2dB
50°	-2.05dB	6.0dB	-23.5dB

【図3】



- ▲ 低速ユーザ信号 逆拡散前SN比0dB
 ▼ 高速ユーザ信号 (参照信号) 逆拡散前SN比18dB
 ▽ 高速ユーザ信号のマルチパス波 逆拡散前SN比18dB
- (a) — 本発明
 (b) - - - 従来
 (c) . . . セクタアンテナ

【図5】

